

03-06-194S

СИЛАБУС	Мейджор: Оцінка життєвого циклу біотехнологічних систем	
SYLLABUS	Major: Life cycle assessment of biotechnological systems	
Шифр за ОП <i>Code in Degree Programme</i>	МД11	
Освітній рівень <i>Level of Education</i>	Перший (бакалаврський) <i>First (bachelor's)</i>	
Галузь знань <i>Field of Knowledge</i>	G	Інженерія, виробництво та будівництво <i>Engineering, production and construction</i>
Спеціальність <i>Field of Study</i>	G21	Біотехнології та біоінженерія <i>Biotechnology and Bioengineering</i>
Освітня програма <i>Degree Programme</i>	Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика <i>Biotechnology, biorobotics and bioenergy</i>	

Силабус навчальної дисципліни «Мейджор: Оцінка життєвого циклу біотехнологічних систем» для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр», які навчаються за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності G21 «Біотехнології та біоінженерія». Рівне. НУВГП. 2026. 18 с.

ОП на сайті університету: <https://ep3.nuwm.edu.ua/36092/>

Розробник силабусу: Грицина Олександр Олексійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи

Силабус схвалений на засіданні кафедри
Протокол №9 від “11” березня 2026 року

Завідувач кафедри: Мартинов Сергій Юрійович, доктор технічних наук, професор.

Керівник (гарант) ОП: Бєдункова Ольга Олександрівна, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ
Протокол №7 від “17” березня 2026 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІ: Макаренко Руслан Миколайович, кандидат технічних наук, професор.

© Грицина О.О., 2026
© НУВГП, 2026

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ <i>навчальної дисципліни «Мейджор: Оцінка життєвого циклу біотехнологічних систем»</i>	
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Освітня програма	Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика (ID 81756)
Спеціальність	G21 Біотехнології та біоінженерія
Рік навчання, семестр	3 рік, 6 семестр
Кількість кредитів	4,5 кредитів ЄКТС
Лекції:	24 годин
Практичні заняття:	22 годин
Самостійна робота:	89 годин
Форма навчання	денна
Форма підсумкового контролю	залік
Мова викладання	державна
ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА	
	Грицина Олександр Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи
Вікіситет	Грицина Олександр Олексійович
ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6390-7959
Як комунікувати	<u>email: o.o.hrytsyna@nuwm.edu.ua</u> Актуальні оголошення в системі MOODLE
ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ	
Мета та завдання	
<p>Мета дисципліни. Підготувати здобувачів бакалаврського рівня до проведення комплексної оцінки життєвого циклу (LCA) біотехнологічних систем і продуктів, здатних інтегрувати кількісні розрахунки, нормативно-правові вимоги та екологічно-технологічні рішення для прийняття обґрунтованих інженерних і управлінських рішень у сфері біотехнологій, біоенергетики та екологічних технологій.</p> <p>Завдання дисципліни:</p> <ol style="list-style-type: none"> Опанування методології LCA. Забезпечити знання принципів, етапів і стандартів LCA (ISO 14040/14044), вміння формулювати мету дослідження, вибирати функціональну одиницю та межі системи. Формування навичок збору та валідації даних LCI. Навчити збирати первинні й вторинні дані, оцінювати їхню якість і невизначеність, працювати з базами даних LCI та оформлювати інвентаризацію матеріалів і енергії. 	

3. Інтеграція екологічних і економічних оцінок.

Розвинути вміння поєднувати LCA з оцінкою вартості життєвого циклу (LCC) та багатокритеріальним аналізом для обґрунтування технологічних і управлінських рішень.

4. Аналіз нормативно-правових і етичних аспектів.

Забезпечити здатність аналізувати стандарти, екологічні вимоги і регуляторні документи; враховувати етичні питання при зборі даних і оприлюдненні результатів.

5. Проєктна та командна робота.

Сформувані навички організації проєктної діяльності: планування, розподіл ролей, управління дедлайнами, підготовка письмових звітів і презентацій для різних аудиторій.

6. Формування професійних і етичних якостей.

Виховувати академічну доброчесність, відповідальність за якість даних, дотримання біобезпеки та прозорість у поданні результатів.

Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle

<https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=8338>

Передумови вивчення

(місце освітнього компоненту в структурно-логічній схемі)

Дисципліна «Мейджор: Оцінка життєвого циклу біотехнологічних систем» є вибірковою. За своїм змістом вона базується на знаннях і вміннях, здобутих при засвоєнні таких дисциплін: «Біологія клітини», «Загальна біотехнологія», «Екологічна біотехнологія».

Компетентності

IK. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.

K01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K11. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

K12. Здатність здійснювати аналіз нормативної документації, необхідної для забезпечення інженерної діяльності в галузі біотехнології.

K27. Здатність аналізувати, вміти обирати та застосовувати новітні досягнення біотехнології для вирішення природоохоронних задач, у тому числі: очищення природних та стічних вод, відновлення водних екосистем, очищення забруднених природних компонентів (вод, ґрунтів, повітря), відновлення порушених екосистем, рециклінгу та утилізації відходів та ін.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПР01. Вміти застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів. Використовувати знання фізики для аналізу біотехнологічних процесів.

ПР05. Вміти аналізувати нормативні документи (державні та галузеві стандарти, технічні умови, настанови тощо), складати окремі розділи технологічної та аналітичної документації на біотехнологічні продукти різного призначення; аналізувати технологічні ситуації, обирати раціональні технологічні рішення.

ПР17. Вміти складати матеріальний баланс на один цикл виробничого процесу, специфікацію обладнання та карту постадійного контролю з наведенням контрольних точок виробництва.

ПР20. Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності

біотехнологічного процесу (параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезувальна здатність біологічних агентів, економічний коефіцієнт, вихід цільового продукту від субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо).

ПР24. Вміти застосовувати інформаційні та комунікаційні технології для інформаційного забезпечення професійної діяльності та проведення досліджень прикладного характеру, проводити пошук та обробку науково-технічної інформації з різних джерел та застосовувати її для вирішення конкретних технічних і технологічних завдань, мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми.

Структура та зміст освітнього компонента

Освітня компонента: Модуль 1. Оцінка життєвого циклу біотехнологічних систем.

Змістовий модуль 1. Основи та методологія оцінки життєвого циклу (LCA) для біотехнологічних систем

Тема 1. Вступ до LCA: концепції, стандарти та застосування в біотехнологіях.

Огляд історії та принципів LCA, ключові стандарти (ISO 14040/14044), роль LCA у життєвому циклі біотехнологічних продуктів; приклади застосування у фармацевтиці, біоенергетиці та очищенні води.

Компетентності та ПРН: ІК, К12, К01; ПР05, ПР24.

Тема 2. Визначення мети, функціональної одиниці та меж системи.

Формулювання мети дослідження, вибір функціональної одиниці, встановлення меж системи та їхній вплив на результати LCA; приклади для біореакторних процесів.

Компетентності та ПРН: К01, ІК; ПР01, ПР17.

Тема 3. Інвентаризація життєвого циклу (LCI): збір даних і побудова матеріально-енергетичних балансів.

Методи збору первинних і вторинних даних, складання матеріальних та енергетичних балансів для одного циклу виробництва; робота з базами даних LCI (наприклад, Ecoinvent).

Компетентності та ПРН: К11, К01; ПР17, ПР20.

Тема 4. Методи оцінки впливу (LCIA): категорії впливу та інтерпретація.

Огляд методів LCIA (глобальне потепління, енергетичний слід, водний слід, токсичність), нормалізація, зважування та інтерпретація результатів у контексті біотехнологічних процесів.

Компетентності та ПРН: ІК, К27; ПР01, ПР20.

Тема 5. Невизначеність та аналіз чутливості в LCA.

Методи оцінки невизначеності даних, сценарний аналіз та аналіз чутливості, інтерпретація результатів для прийняття рішень у проектуванні біотехнологічних систем.

Компетентності та ПРН: ІК, К01; ПР01, ПР24.

Тема 6. Нормативно-правові та етичні аспекти LCA у біотехнологіях.

Аналіз національних і міжнародних вимог, стандартів екологічної звітності, етичні питання при зборі даних і публікації результатів; вимоги до документації LCA.

Компетентності та ПРН: К12, К11; ПР05, ПР24.

Змістовий модуль 2. Прикладні підходи та прийняття рішень для сталих біотехнологічних систем.

Тема 7. LCA для ферментаційних і культивуаційних процесів.

Особливості інвентаризації та оцінки впливу для ферментації: сировина, енергоспоживання, очищення продукту (downstream processing); приклади розрахунків матеріальних балансів..

Компетентності та ПРН: K11, K01; ПР17, ПР20.

Тема 8. Оцінка життєвого циклу для біопалива та біоенергетичних установок.

Аналіз джерел сировини, конверсійних процесів, енергетичних балансів і викидів; порівняння сценаріїв (наприклад, біогаз vs біодизель)..

Компетентності та ПРН: K27, ІК; ПР01, ПР20.

Тема 9. LCA для біопрепаратів і фармацевтичних продуктів: специфіка та виклики.

Впливи, пов'язані з високими вимогами до чистоти, енергетичними витратами на стерилізацію та управління відходами; методи зниження екологічного сліду.

Компетентності та ПРН: K11, K12; ПР05, ПР20.

Тема 10. LCA для біотехнологій очищення води та управління відходами.

Оцінка технологій біологічного очищення, рециклінгу та утилізації відходів; критерії вибору технологічних рішень з урахуванням екологічних і економічних показників.

Компетентності та ПРН: K27, K01; ПР17, ПР20.

Тема 11. Інтеграція LCA з оцінкою вартості життєвого циклу (LCC) та прийняттям рішень.

Поєднання екологічних і економічних оцінок для обґрунтування технологічних рішень; методи багатокритеріального аналізу та ранжування сценаріїв.

Компетентності та ПРН: ІК, K16; ПР20, ПР24.

Тема 12. Практичний кейс-проект: проведення повного LCA для обраної біотехнологічної системи

Командна робота над реальним кейсом: визначення меж, збір даних, побудова LCI, виконання LCIA, інтерпретація та розробка рекомендацій; підготовка презентації.

Компетентності та ПРН: ІК, K01, K27, K12; ПР17, ПР20, ПР24.

Розподіл змістовних модулів і тем за годинами.

Тема	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Разом
Змістовний модуль 1.				
Тема №1. Вступ до LCA: концепції, стандарти та застосування в біотехнологіях	2	-	7	9
Тема №2. Визначення мети, функціональної одиниці та меж системи	2	2	8	12
Тема №3. Інвентаризація життєвого циклу (LCI): збір даних і побудова матеріально-енергетичних балансів	2	2	8	12
Тема №4. Методи оцінки впливів (LCIA): категорії впливу та інтерпретація	2	2	8	12
Тема №5. Невизначеність і аналіз чутливості в LCA	2	2	7	11
Тема №6. Нормативно-правові та етичні аспекти LCA у біотехнологіях	2	2	7	11
Разом змістовний модуль 1	12	10	45	67
Змістовний модуль 2.				

Тема №7. LCA для ферментаційних і культивуваційних процесів	2	2	7	11
Тема №8. Оцінка життєвого циклу для біопалива та біоенергетичних установок	2	2	8	12
Тема №9. LCA для біопрепаратів і фармацевтичних продуктів: специфіка та виклики	2	2	7	11
Тема №10. LCA для біотехнологій очищення води та управління відходами	2	2	7	11
Тема №11. Інтеграція LCA з оцінкою вартості життєвого циклу (LCC) та прийняттям рішень	2	2	7	11
Тема №12. Практичний кейс-проект: проведення повного LCA для обраної біотехнологічної системи	2	2	8	12
Разом змістовний модуль 2	12	12	44	68
Разом освітня компонента	24	22	89	135

Теми практичних занять.

№ з/п	Тема заняття та опис	Кількість годин
1.	Тема №2. Формулювання мети, функціональної одиниці та меж системи. Опис заняття: робота в малих групах над формулюванням мети та вибором функціональної одиниці для трьох прикладних сценаріїв; оцінка впливу зміни меж системи на фінальні результати.	2
2.	Тема №3. Збір даних і робота з базами LCI. Опис заняття: навчання пошуку та валідації первинних і вторинних даних; робота з прикладними LCI-базами (демонстраційні набори даних); заповнення шаблону інвентаризації матеріалів та енергії.	2
3.	Тема №4. Побудова матеріально-енергетичних балансів. Опис заняття: розрахунок матеріальних і енергетичних балансів для одного циклу (на прикладі ферментації або очищення води); використання простих математичних моделей; перевірка закону збереження маси та енергії.	2
4.	Тема №5. Виконання LCIA у практиці: від даних до показників впливу. Опис заняття: застосування одного методу LCIA до зібраних даних (глобальне потепління, енергетичний слід, водний слід); інтерпретація проміжних результатів та їхня візуалізація.	2
5.	Тема №6. Аналіз чутливості та невизначеності: сценарії та інтерпретація. Опис заняття: побудова сценаріїв (оптимістичний, базовий, песимістичний); проведення аналізу чутливості для ключових параметрів; оцінка впливу невизначеності на прийняття рішень.	2
6.	Тема №7. LCA для ферментаційних процесів. Опис заняття: виконання повного міні-LCA для процесу	2

	ферментації (ланцюг: сировина → культивування → очищення); групова робота над інвентаризацією, оцінкою впливів та розробкою рекомендацій.	
7.	Тема №8. LCA для біопалива — порівняльний аналіз сценаріїв. Опис заняття: порівняння двох сценаріїв виробництва біопалива (різна сировина або технології); розрахунок енергетичних балансів і викидів; обговорення компромісних рішень (trade-offs).	2
8.	Тема №9. LCA для біопрепаратів і фармацевтики — управління чистотою і відходами. Опис заняття: аналіз впливів, пов'язаних зі стерилізацією, очищенням та відходами; розробка заходів із мінімізації екологічного сліду при збереженні якості продукту.	2
9.	Тема №10. Оцінка технологій очищення води: LCA-підхід. Опис заняття: застосування LCA до біологічних технологій очищення стічних вод; розрахунок матеріальних балансів, енергоспоживання та екологічних впливів; вибір оптимального варіанту.	2
10.	Тема №11. Інтеграція LCA з LCC та багатокритеріальний аналіз. Опис заняття: поєднання екологічних показників LCA з економічними витратами (LCC); застосування методу багатокритеріального аналізу для ранжування технологічних варіантів.	2
11.	Тема №12. Захист кейс-проєкту: підготовка презентації та звіту. Опис заняття: оформлення письмового звіту та презентації; репетиція захисту з акцентом на аргументацію вибору меж системи та даних; взаємне рецензування робіт між групами.	2
Разом освітня компонента		22

Теми завдань для самостійної роботи.

№ з/п	Тема самостійної роботи та опис	Кількість годин
1.	Тема №1. Чек-лист для початку LCA-дослідження. Опис завдання: підготувати детальний чек-лист (10–12 пунктів) для старту LCA-проєкту на прикладі виробництва ферменту: формулювання мети, вибір функціональної одиниці, межі системи, джерела даних, необхідні дозволи та стандарти. Оформити документ (2–3 стор.).	7
2.	Тема №2. Обґрунтування функціональної одиниці та меж системи. Опис завдання: для обраного кейсу (фермент / біопаливо / очищення води) підготувати порівняльний аналіз трьох варіантів функціональної одиниці і двох варіантів меж системи; пояснити вплив вибору на результати LCA. Оформити таблицю та короткий звіт (2–3 стор.).	8
3.	Тема №3. Збір і валідація даних LCI (практичний звіт). Опис завдання: зібрати первинні та вторинні дані для одного технологічного етапу (наприклад, культивування) — мінімум 8 показників (сировина, енергія, вода, відходи тощо); описати	8

	джерела, методи валідації та невизначеності. Оформити звіт (3–4 стор.).	
4.	Тема №4. Матеріально-енергетичний баланс одного циклу. Опис завдання: скласти матеріальний і енергетичний баланс на один цикл виробництва для обраного процесу; показати розрахунки в електронній таблиці та коротко пояснити припущення. Надіслати файл таблиці + 1–2 стор. пояснень.	8
5.	Тема №5. Виконання LCIA для однієї категорії впливу. Опис завдання: використовуючи зібрані дані, розрахувати показник глобального потепління (CO ₂ -еквіваленти) для життєвого циклу обраного продукту; показати проміжні кроки, нормалізацію та інтерпретацію. Оформити звіт (2–3 стор.).	7
6.	Тема №6. Аналіз чутливості ключових параметрів. Опис завдання: вибрати 3 ключові параметри (наприклад: енергоефективність стерилізації, вихід продукту, витрати води), побудувати 3 сценарії (оптимістичний / базовий / песимістичний) і проаналізувати вплив на обрану категорію LCIA. Оформити таблицю результатів і висновки (2–3 стор.).	7
7.	Тема №7. LCA-шаблон для ферментаційного процесу. Опис завдання: розробити шаблон інвентаризації (LCI) для повного ферментаційного циклу: перелік потоків, одиниць виміру, джерел даних і контрольних точок. Надіслати шаблон у форматі таблиці + інструкція (1 стор.).	7
8.	Тема №8. Порівняльний аналіз сценаріїв виробництва біопалива. Опис завдання: зібрати дані для двох сценаріїв (різна сировина або технологія), розрахувати базові енергетичні баланси та вуглецеві викиди; підготувати порівняльну матрицю і рекомендації (2–3 стор.).	8
9.	Тема №9. Оцінка впливу стерилізації та очищення у виробництві біопрепаратів. Опис завдання: проаналізувати енергетичні та матеріальні витрати на стерилізацію й очищення для невеликого виробництва; запропонувати 2 технічні заходи для зниження впливу з оцінкою очікуваного ефекту. Оформити звіт (2–3 стор.).	7
10.	Тема №10. LCA для технології біологічного очищення стічних вод (мінікейс). Опис завдання: підготувати LCI для одного блоку очисної установки (наприклад, аеробна біореакція) — матеріали, енергія, реагенти; розрахувати одну категорію впливу і запропонувати варіанти оптимізації. Оформити звіт (3 стор.).	7
11.	Тема №11. Інтеграція LCA з LCC: простий економічний розрахунок. Опис завдання: для обраного сценарію скласти простий життєвий цикл витрат (LCC): капітальні та експлуатаційні витрати за 5 років; поєднати з одним екологічним показником і зробити ранжування варіантів. Оформити таблицю + 1–2 стор. висновків.	7
12.	Тема №12. Підготовка частини письмового звіту кейс-	8

	<p>проєкту (розділ «Методологія та дані»).</p> <p>Опис завдання: підготувати розділ звіту (3–4 стор.) для групового кейсу: мета, функціональна одиниця, межі системи, джерела даних, припущення, методи LCIA та підхід до оцінки невизначеності.</p>	
Разом освітня компонента		89
Форми та методи навчання		
<p>Форми навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Лекції (24 год.) — інтерактивні лекції. Подання теоретичного та методологічного матеріалу з використанням мультимедійних презентацій, коротких демонстрацій програмних інструментів LCA, живих опитувань (clickers / онлайн-опитування) та мінізавдань для обговорення кейсів. Орієнтовані на активну участь студентів, забезпечують розуміння термінології та стандартів (ISO). <ul style="list-style-type: none"> ○ Орієнтовано: ПР01, ПР05, ПР24; К01, ІК, К12. • Практичні заняття та воркшопи (22 год.) — робота в малих групах. Серія практичних сесій із роботою над LCI-шаблонами, матеріально-енергетичними балансами, виконанням LCIA у програмних пакетах або електронних таблицях. Передбачає фасилітацію викладачем та ротацію ролей у групі (аналітик, модератор, доповідач). <ul style="list-style-type: none"> ○ Орієнтовано: ПР17, ПР20, ПР24; К01, К11, ІК. • Проблемно-орієнтоване навчання (PBL). Робота над реальними або змодельованими проблемами (наприклад, дефіцит даних у LCI, складність вибору меж системи), що стимулює самостійний пошук рішень, критичне мислення та міждисциплінарну співпрацю. <ul style="list-style-type: none"> ○ Орієнтовано: ПР01, ПР05; ІК, К01. • Консультації, менторські сесії та зустрічі зі стейкхолдерами. Індивідуальні та групові консультації, зустрічі із запрошеними експертами (екологами, інженерами, представниками підприємств) для отримання зворотного зв'язку щодо проєктів. Сприяють професійному орієнтуванню та нетворкінгу (мережуванню). <ul style="list-style-type: none"> ○ Орієнтовано: ПР05, ПР24; К12, К27. <p>Методи навчання і викладання :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проектно-орієнтоване навчання (PjBL) — студентські групи виконують повний цикл LCA-дослідження з проміжними дедлайнами, формативним фідбеком та розподілом ролей; оцінювання охоплює як фінальний продукт, так і процес його створення. • Проблемно-орієнтоване навчання (PBL) — короткі проблемні завдання на кожному занятті, що вимагають застосування математичних методів та аналізу чинних нормативів. • Кейс-метод із міждисциплінарною дискусією — структуровані кейси з розподілом ролей, підготовкою письмових позицій та проведенням дебатів. 		
Інструменти, обладнання, програмне забезпечення		
<p>Комп'ютерний клас (667 ауд.), ПК: ASUS U500MA AMD Ryzen 3- 5300G в кількості 15 шт., Проєктор: EPSON H390B - 1 шт. (2011 р.) ПЗ: MS Office або LibreOffice, Google Docs, Google Tables, Google Slides, інші спеціалізовані програми.</p>		
Порядок оцінювання програмних результатів навчання/результатів навчання		
<p>Форма підсумкового контролю – залік. Освітня компонента оцінюється за національною та 100 бальною шкалою. Здобувачі вищої освіти: отримують від викладача та/або силабус інформацію про порядок здійснення семестрового поточного та підсумкового контролю на початку вивчення освітньої</p>		

компоненти; семестровий поточний контроль передбачає перевірку практичних робіт та самостійної роботи студентів, результатів тестування модульних контролів на університетській платформі MOODLE.

Контрольні завдання для семестрового підсумкового контролю складаються у кількості, достатній для досягнення максимальної об'єктивності оцінки рівня підготовленості здобувача вищої освіти, що проходить контроль, але не менше 100 завдань на 1 кредит.

Розподіл балів:

Тема	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Разом
Змістовний модуль 1.				
Тема №1. Вступ до LCA: концепції, стандарти та застосування в біотехнологіях	-	-	0-1	0-1
Тема №2. Визначення мети, функціональної одиниці та меж системи	-	0-5	0-1	0-6
Тема №3. Інвентаризація життєвого циклу (LCI): збір даних і побудова матеріально-енергетичних балансів	-	0-5	0-1	0-6
Тема №4. Методи оцінки впливів (LCIA): категорії впливу та інтерпретація	-	0-5	0-1	0-6
Тема №5. Невизначеність і аналіз чутливості в LCA	-	0-5	0-1	0-6
Тема №6. Нормативно-правові та етичні аспекти LCA у біотехнологіях	-	0-4	0-1	0-5
Разом змістовний модуль 1	-	0-24	0-6	0-30
Модульний контроль 1	0-20			
Змістовний модуль 2.				
Тема №7. LCA для ферментаційних і культивуваційних процесів	-	0-4	0-1	0-5
Тема №8. Оцінка життєвого циклу для біопалива та біоенергетичних установок	-	0-4	0-1	0-5
Тема №9. LCA для біопрепаратів і фармацевтичних продуктів: специфіка та виклики	-	0-4	0-1	0-5
Тема №10. LCA для біотехнологій очищення води та управління відходами	-	0-4	0-1	0-5
Тема №11. Інтеграція LCA з оцінкою вартості життєвого циклу (LCC) та прийняттям рішень	-	0-4	0-1	0-5
Тема №12. Практичний кейс-проект: проведення повного LCA для обраної біотехнологічної системи	-	0-4	0-1	0-5
Разом змістовний модуль 2	-	0-24	0-6	0-30
Разом змістовні модулі 1, 2		0-48	0-12	0-60
Модульний контроль 2	0-20			
Разом модульний контроль 1,2	0-40			

Разом освітня компонента	0-100
--------------------------	-------

Максимальна кількість балів, яку студент може одержати за виконання практичного заняття, становить 4–5 балів. Оцінювання здійснюється за такими критеріями:

90–100% балів — вільне володіння теоретичним матеріалом за темою, правильне та своєчасне виконання практичного завдання, зразкове оформлення звіту та своєчасний захист роботи.

70–89% балів — достатнє володіння теоретичним матеріалом, правильне виконання практичного завдання, акуратне оформлення звіту та своєчасний захист роботи.

33–69% балів — задовільний рівень володіння теоретичним матеріалом, виконання практичного завдання та оформлення звіту з певними зауваженнями; своєчасний або з незначним запізненням захист роботи.

0–32% балів — низький рівень володіння теоретичним матеріалом, неповне виконання практичного завдання або оформлення звіту з суттєвими помилками, захист роботи на рівні до 50% або несвоєчасне подання матеріалів.

У заліковій відомості результати навчання проставляються за двома шкалами: 100-бальною та національною.

Шкала оцінювання змістових модульних контролів:

- Змістовий модуль №1 — 20 балів;
- Змістовий модуль №2 — 20 балів. Усього за змістові модулі — 40 балів.

Структура оцінки поточного контролю та підсумкового контролю знань (залік) здійснюється за трьома рівнями складності, що відображено в таблицях:

1. Рівень 1 — достатній рівень складності;
2. Рівень 2 — рівень складності вище достатнього;
3. Рівень 3 — високий рівень складності.

Таблиця формування тестового завдання поточного контролю знань (змістовні модулі 1 і 2).

Рівень складності завдань	Загальна кількість завдань	Оцінка завдань, балів		Час на виконання, хвилин	
		за одне	загальна	на одне	загальний
Достатнього рівня складності	12	1	0-12	1,5	18
Вище достатнього рівня складності	5	1	0-5	2,5	12
Високого рівня складності	3	1	0-3	3,5	10
	20	X	0-20	X	до 40

Загальні вимоги до контрольних завдань семестрового підсумкового контролю у формі заліку.

Рівень складності завдань	Загальна кількість завдань	Оцінка завдань, балів		Час на виконання, хвилин	
		за одне	загальна	на одне	загальний
Достатнього рівня складності	30	0,9	0-27	1,5	45
Вище достатнього рівня складності	9	1	0-9	3	27
Високого рівня	1	4	0-4	8	8

складності					
	40	X	0-40	X	до 80 хвилин

В заліковій відомості результати навчання проставляються за двома шкалами - 100-бальною та національною.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
60-100	зараховано
0-59	не зараховано

Умови отримання додаткових балів:

- участь у науковій університетській конференції (підготовка доповіді за темами освітньої компоненти) до 7 балів;
- участь у Всеукраїнській науковій конференції (підготовка доповіді за темами освітньої компоненти) до 12 балів;
- підготовка наукової публікації за темою освітньої компоненти – до 15 балів.
- підготовка наукової роботи на конкурс наукових робіт за темою освітньої компоненти – до 15 балів.

Рекомендована література (основна, допоміжна)

Основна:

1. Блага Н. В. Управління проєктами : навч. посібник. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2021. 152 с.
2. Данченко О. Б., Занора В. О. Проектний менеджмент: управління ризиками та змінами в процесах прийняття управлінських рішень : монографія. Черкаси : ПП Чабаненко Ю.А., 2019. 278 с.
3. Джозеф Хігні, Пол Дж. Філдінг. Управління проєктами. Вид-во Фабула, 2020. 512 с. 6
4. Настанова РМВОК: Настанова до зводу Знань з управління проєктами. 7-е видання та стандарт з управління проєктами. Вид-во Project Management Institute. Ukraine.
5. Приймак В. М. Управління проєктами. Збірник кейсів : навч. посіб. Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2021. 268 с.
6. Юрген Аппело. Менеджмент 3.0. Agile-менеджмент. Лідерство та управління командами. Вид-во Фабула, 2019. 432 с.

Допоміжна:

7. Investment management: study guide for students of the specialty 073 "Management". L.V. Shynkaruk, M.M. Dielini, T.O. Vlasenko, A.V. Dergach. Kyiv: NULES, 2023. 336 p.
8. Agrawal, Komal, and Pradeep Verma. Biotechnological Advances in Biorefinery. Interdisciplinary Biotechnological Advances, edited by Pradeep Verma and Komal Agrawal, 1st ed., Springer, 2024, <https://doi.org/10.1007/978-981-97-5544-8>.
9. Ng, Denny K. S., editor. Process Design Strategies for Biomass Conversion Systems. 1st ed., Wiley, 2017.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka> (<http://www.nuwm.edu.ua/MySql/>).
2. Цифровий репозиторій НУВГП / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ep3.nuwm.edu.ua>.
3. YouTube Канал освітньої програми «Біотехнології» [YouTube Channel Biotech](#)

[NUWEE](#).

4. ResearchGate: [ResearchGate](#) - Соціальна мережа для вчених і дослідників, де можна знайти наукові статті.

5. Google Scholar: [Google Scholar](#) - Пошукова система для наукової літератури.

6. Bioenergy International. Посилання: [Bioenergy International](#).

7. National Center for Biotechnology Information (NCBI). Посилання: [NCBI - National Center for Biotechnology Information](#).

8. European Federation of Biotechnology (EFB). Посилання: [EFB - European Federation of Biotechnology](#).

ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)

Перелік ключових соціальних навичок, які формує дисципліна:

Критичне мислення — вміння аналізувати якість даних LCI, оцінювати припущення моделей і робити обґрунтовані висновки щодо екологічних та технологічних аргументів.

Командна робота — ефективна координація ролей у малих міждисциплінарних групах під час виконання повного LCA-проєкту з розподілом обов'язків і відповідальністю за результат.

Науково-технічна комунікація — чітке й доступне подання технічних результатів (графіки, таблиці, звіти, презентації) для колег, менеджерів і стейкхолдерів.

Навички фасилітації та ведення дискусій — уміння модерувати обговорення, формулювати запитання, узагальнювати аргументи і досягати консенсусу при виборі меж системи або сценаріїв.

Презентаційні навички та публічний виступ — підготовка переконливих пітчів і захистів із логічною структурою, візуалізацією результатів і впевненими відповідями на запитання експертів.

Критичне оцінювання ризиків і прийняття рішень — вміння зважувати екологічні, технічні та економічні фактори при виборі оптимальних технологічних рішень.

Навички інформаційного пошуку та оцінки джерел — ефективний пошук LCI-даних, стандартів і наукових публікацій, оцінка їхньої релевантності та надійності.

Конфлікт-менеджмент і переговори — підготовка аргументів, управління розбіжностями інтересів між стейкхолдерами і досягнення взаємовигідних рішень у проєктних ситуаціях.

Дедлайни та перескладання

Ліквідація академічної заборгованості та реалізація повторного вивчення дисципліни здійснюються згідно з «Порядком ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП». Посилання на відповідний документ: <https://ep3.nuwm.edu.ua/30369/>.

Процедура перездачі модулів здійснюється згідно з: <https://ep3.nuwm.edu.ua/36427/>.

Оголошення стосовно термінів здачі частин освітньої компоненти публікуються на сторінці даної дисципліни на платформі MOODLE.

Неформальна та інформальна освіта

Неформальна освіта:

- Вебінари та онлайн-курси (MOOCs, платформи) — участь у тематичних курсах з LCA, екологічного менеджменту, OpenLCA, енергетичних балансів; обирати курси з практичними вправами та сертифікацією. Зв'язок з ПРН: ПР01, ПР24, ПР20.

- Спеціалізовані майстер-класи та інтенсиви — короткі практичні тренінги

з побудови LCI, LCIA, чутливісного аналізу або роботи з LCI-базами; формат — воркшопи з кейсами. Зв'язок з ПРН: ПР17, ПР20, ПР24.

- Конференції, семінари та галузеві форуми — участь у наукових і промислових заходах для обміну практиками, презентації результатів і налагодження контактів зі стейкхолдерами. Зв'язок з ПРН: ПР05, ПР24, К12.

- Менторинг і наставництво від практиків — індивідуальні сесії з експертами з екологічної оцінки, інженерії процесів або представниками підприємств; регулярні ревізії проєктів. Зв'язок з ПРН: ПР17, ПР20, ПР24.

- Хакатони та конкурси з екологічних рішень — командні змагання для швидкої розробки прототипів, сценаріїв оптимізації або інструментів візуалізації LCA-даних. Зв'язок з ПРН: ПР24, ПР01, ПР20.

Інформальна освіта:

- Самоосвіта через літературу — читання монографій, оглядових статей, стандартів ISO 14040/14044; ведення рефлексивних нотаток і бібліографії. Зв'язок з ПРН: ПР05, ПР24.

- Онлайн-ресурси та відео-лекції — тематичні канали, короткі тьюторіали з OpenLCA/Excel, демонстрації розрахунків матеріальних балансів. Зв'язок з ПРН: ПР24, ПР01.

- Професійні спільноти та форуми — участь у дискусіях на LinkedIn, ResearchGate, тематичних Telegram/Slack-групах для обміну даними LCI і практиками валідації. Зв'язок з ПРН: ПР24, ПР05.

Правила академічної доброчесності

Академічна доброчесність є фундаментальною складовою освітнього процесу та професійної діяльності в галузі біотехнологій та біоінженерії. Дотримання етичних норм та принципів академічної доброчесності забезпечує якісну освіту, формує високі моральні стандарти та сприяє розвитку компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності.

1. Перевірка навчальних завдань на плагіат.

- Унікальність роботи: Усі письмові роботи повинні бути оригінальними та виконаними особисто здобувачем освіти.

- Правильне цитування: При використанні чужих ідей, даних або цитат необхідно обов'язково робити відповідні бібліографічні посилання згідно з вимогами ДСТУ 8302:2015.

- Самоплагіат: Повторне використання власних робіт без належного посилання також вважається порушенням академічної доброчесності.

2. Поведінка в аудиторії та недопущення списування та обману.

Поведінка під час лекцій та практичних занять:

- Активна участь: Студенти заохочуються до активної участі в обговореннях, задавання питань та внесення власних ідей.

- Поважне ставлення: Необхідно дотримуватися етичних норм спілкування, поважати думки викладача та колег.

- Заборона використання заборонених засобів: Під час занять забороняється використання мобільних телефонів, планшетів та інших пристроїв без дозволу викладача.

Недопущення списування та обману:

- Індивідуальне виконання завдань: Усі контрольні роботи, тести та екзамени повинні виконуватися самостійно.

- Заборона використання допоміжних матеріалів: Під час контрольних заходів забороняється використання шпаргалок, підручників, електронних пристроїв (якщо це не передбачено викладачем).

- Недопущення передачі інформації: Забороняється спілкування з іншими здобувачами освіти під час контрольних заходів з метою отримання або передачі інформації.

3. Санкції за порушення норм академічної доброчесності.

Порушеннями академічної доброчесності вважаються:

- Плагіат: Використання чужих ідей, текстів або результатів досліджень без належного посилання.
- Списування: Виконання завдань шляхом копіювання відповідей від інших осіб або джерел.
- Фабрикація та фальсифікація даних: Вигадування або змінення даних в роботах.
- Обман: Надання неправдивої інформації щодо обставин виконання завдань.
- Корупційні дії: Пропозиція, надання або отримання неправомірної вигоди з метою впливу на результати оцінювання.

Можливі санкції:

- За плагіат або списування:
 - Перше порушення: Анулювання результату роботи (оцінка "0" балів) з можливістю повторного виконання завдання за рішенням викладача.
 - Повторне порушення: Анулювання результату роботи без права повторного виконання; попередження або догана; зниження підсумкової оцінки.
- За серйозні порушення (фабрикація, фальсифікація даних, корупція):
 - Анулювання результатів навчання за освітньою компонентою.
 - Порушення питання про відрахування з університету згідно з внутрішніми нормативними документами.
 - Повідомлення адміністрації закладу освіти та відповідних комісій з академічної етики.
- За недобросовісну поведінку під час контрольних заходів:
 - Видалення з аудиторії з анулюванням результату роботи.
 - Попередження з внесенням запису до особистої справи.

Здобувачі освіти зобов'язані:

- Дотримуватися принципів академічної доброчесності в усіх видах навчальної діяльності.
- Ознайомитися з нормативними документами, що регламентують академічну доброчесність у закладі освіти.
- Повідомляти викладача або адміністрацію про відомі випадки порушень академічної доброчесності.

4. Рекомендації для здобувачів освіти:

- Плануйте свій час: Розподіляйте навантаження, щоб встигнути виконати завдання самостійно та якісно.
- Звертайтеся за допомогою: У разі труднощів з розумінням матеріалу звертайтеся до викладача або колег.
- Використовуйте надійні джерела: При підготовці робіт опирайтеся на наукові джерела та коректно їх цитуйте.
- Уникайте недобросовісної поведінки: Пам'ятайте про наслідки порушення правил академічної доброчесності.

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись академічної доброчесності, основи якої викладено в наступних документах: 1. Стаття 42. Закон України «Про освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> . 2. Стаття 1. Закон України «Про вищу освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> . 3. Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті водного господарства та природокористування. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/28552/> . Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись академічної доброчесності, основи якої викладено в наступних документах: 1. Стаття 42. Закон України «Про освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19> . 2. Стаття 1. Закон України «Про вищу освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> . 3. Положення про

організацію освітнього процесу в Національному університеті водного господарства та природокористування. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/28552/> та решти локальних документів НУВГП, що стосуються правил дотримання академічної доброчесності: <https://nuwm.edu.ua/nuwm/yakist-osvity/akademichnadobrochesnist/>.

Вимоги до відвідування

1. Вимоги до відвідування занять:

Обов'язковість відвідування:

- Відвідування лекцій та практичних занять є важливим для якісного засвоєння матеріалу та досягнення заявлених компетентностей.
- Студентам рекомендується брати активну участь у всіх формах аудиторних занять.

Пунктуальність:

- Студенти повинні приходити на заняття завчасно, щоб розпочати їх вчасно.
- Запізнення можуть завадити нормальному проведенню заняття.

2. Порядок відпрацювання пропущених занять:

Об'єктивні причини пропуску:

- Лікарняний лист: У випадку хвороби студент повинен надати офіційну медичну довідку.
- Академічна мобільність: Якщо студент бере участь у програмі академічної мобільності, необхідно заздалегідь узгодити графік та порядок відпрацювання з викладачем.

Інші поважні причини: Сімейні обставини, офіційні заходи тощо повинні підтверджуватися відповідними документами.

Відпрацювання пропущених занять:

Лекції:

- Студент повинен ознайомитися з пропущеним матеріалом самостійно, використовуючи надані навчальні матеріали.
- Можлива консультація з викладачем за домовленістю.

Практичні заняття:

- Відпрацювання пропущених практичних занять здійснюється за індивідуальним графіком, узгодженим з викладачем.
- Студент отримує індивідуальне завдання, яке відповідає тематиці пропущеної роботи.

3. Порядок отримання індивідуальних завдань:

Звернення до викладача:

- Студент повинен особисто звернутися до викладача для отримання індивідуального завдання.
- Це можна зробити під час занять, на консультації або через електронну пошту.

Терміни виконання:

- Терміни виконання індивідуальних завдань встановлюються викладачем і повинні бути дотримані студентом.
- Несвоєчасне виконання може вплинути на підсумкову оцінку.

Форма звітування:

- Виконані завдання здаються у встановленому викладачем форматі (письмово, електронною поштою тощо).
- Можливе проведення додаткової співбесіди або презентації результатів.

4. Додаткові положення:

Консультації з викладачем:

- Студенти можуть звертатися до викладача за консультаціями щодо

навчального матеріалу, виконання завдань, відпрацювання пропущених занять.

- *Графік консультацій та контактна інформація надаються на першому занятті або розміщуються на навчальній платформі.*

Самостійна робота:

Студенти повинні відповідально ставитися до самостійної роботи, що складає значну частину освітньої компоненти (89 годин).

Автор

Олександр ГРИЦИНА

Доцент

Затверджено

в.о. Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи

Валерій СОРОКА

документ підписаний КЕП
Номер документа СИЛ №561
Підписувач Сорока Валерій Степанович
Сертифікат 3FAA9288358EC00304000009B6C3700C8C2C100